

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Уральский государственный университет им. А.М. Горького»

ИОНЦ «Экология природопользования»

Биологический факультет

Экологии кафедра

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

«ФЕНОГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОПУЛЯЦИЙ»

Екатеринбург
2007

УМКД - перечень компонентов

1. Программа инновационной дисциплины «Феногенетический анализ популяций»
2. Методические указания к изучению дисциплины
3. Вопросы для самоконтроля
4. Экзаменационные материалы (билеты)
5. Учебное пособие «Феногенетическая изменчивость и методы ее изучения» 12 п.л.
6. Мультимедийный электронный ресурс «Феногенетический анализ популяций»:
 - Программа дисциплины
 - Информация об авторах курса
 - Путеводитель для студентов
 - Видеопрелюдия
 - Методические указания к изучению дисциплины
 - Электронное учебное пособие
 - Список рекомендованной литературы
 - Путеводитель по пакету прикладных программ PHEN 3.0
 - Глоссарий
 - Тесты самоконтроля
 - Вопросы для итогового контроля знаний в виде зачета
 - Рекомендуемые темы для реферата
 - Руководство к лабораторным и практическим занятиям
 - Иллюстрированный атлас фенотипов.
 - Путеводитель по пакету прикладных программ PHEN 3.0
 - Архивированные компьютерные программы PHEN 3.0 и PAST 1.73.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Уральский государственный университет им. А.М. Горького»

ИОНЦ «Экология природопользования»

Биологический факультет

Экологии кафедра

«ФЕНОГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОПУЛЯЦИЙ»

Программа дисциплины

Подпись руководителя ИОНЦ
Дата

к.б.н. Т.А. Радченко

**Екатеринбург
2007**

Лист согласования программы

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ИОНЦ «_____»

(подпись)

(дата)

Программа дисциплины «Феногенетический анализ популяций» составлена в соответствии с требованиями федерального/национально-регионального (вузовского) компонента к обязательному минимуму содержания и уровню подготовки:

дипломированного специалиста по специальности _____ (название, шифр),
бакалавра, магистра по направлению _____ (название, шифр)
по циклу «_____» государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования.

Семестр 10

Общая трудоемкость дисциплины 36 час., в том числе:

Лекций 32 час.

Семинаров _____

Практических работ 4 час.

Контрольные мероприятия:

Рефераты 1

Коллоквиумы _____

Контрольные работы _____

Другие зачет

Автор (составитель, разработчик)

Васильев А.Г., д.б.н., проф., зав. лабораторией ИЭРиЖ УрО РАН

(ФИО, ученая степень, ученое звание, кафедра, вуз)

Рекомендовано к печати протоколом заседания

Экспертно-конкурсной комиссии ИОНЦ «_____»

от _____ № _____
(дата)

Согласовано:

Зав. кафедрой экологии
(название кафедры, реализующей данную дисциплину)

_____/_____
(подпись) Ф.И.О.

«_____» 2007 г.
(дата)

© Уральский государственный университет

© А.Г. Васильев, 2007

I. Введение

1. *Цель дисциплины:* Инновационное изучение явления фенотипической изменчивости, ее эпигенетических основ и методов фенотипического анализа, включая технологию фенотипического мониторинга экологического состояния популяций, таксоценов и экосистем.
2. *Задачи дисциплины* предполагают:
 - 1) Изучить сущность фенотипической изменчивости как явления, на котором базируется фенотипический и фенетический анализ популяций;
 - 2) Рассмотреть предысторию фенотипики, фенетики и современной эпигенетики и их взаимодействие при решении экологических проблем;
 - 3) Освоить методы популяционной фенотипики и фенетики;
 - 4) Познакомить студентов и магистрантов с фундаментальными молекулярными эпигенетическими процессами, лежащими в основе фенотипической изменчивости;
 - 5) Изучить явление флуктуирующей асимметрии как одной из компонент фенотипической изменчивости, позволяющей оценить стабильность развития в популяциях животных и растений, обитающих в техногенной среде;
 - 6) Рассмотреть роль фенетики и фенотипики в решении проблем популяционной и эволюционной экологии, включая проблему быстрых эпигенетических перестроек импактных популяций фоновых видов при антропогенных изменениях среды обитания;
 - 7) Изложить базовые принципы и дать практические навыки проведения биомониторинга популяций и экосистем на основе фенотипических методов.
3. *Место дисциплины в системе высшего профессионального образования.*

В основе изучения фенотипической изменчивости лежат фундаментальные молекулярные эпигенетические процессы морфогенеза, а также принципы морфологического анализа гомологичных структур и многомерные методы статистического анализа дискретных вариаций признаков. Поэтому в качестве основополагающих дисциплин при изучении фенотипической изменчивости и методов ее изучения используются такие дисциплины, как эволюционная биология, популяционная экология, молекулярная биология, генетика развития, биология развития, морфология и сравнительная анатомия животных и растений, биометрия, включая многомерный статистический анализ данных, и информатика.
4. *Требования к уровню освоения содержания курса.*

Инновационный характер данного курса позволяет приобрести студентам и магистрантам новые знания в области популяционной фенотипики и фенетики, освоить необходимые методы, навыки и умения при изучении внутривидовой и внутрииндивидуальной изменчивости морфологических признаков и их состояний. Предусматривается освоить принципы выделения гомологичных морфологических структур для фенотипического анализа, научиться выделять фены и проводить многомерный статистический анализ частот фенов и их индивидуальных билатеральных композиций. В рамках курса учащимся предоставлена возможность приобрести практические навыки в освоении технологии биомониторинга популяций и ценозов с использованием методов популяционной фенотипики при изучении антропогенных изменений окружающей среды.
5. *Методическая новизна курса.*

Инновационный курс содержит комплексное изложение принципиально новых теоретических концепций и описание оригинальных методик фенотипического анализа, опираясь на ряд дисциплин, что позволяет реализовать междисциплинарный характер получения знаний в процессе преподавания, расширить кругозор и одновременно конкретизировать предмет изучения. В рамках курса предусмотрено

использование мультимедийных технологий, включая освоение авторского пакета прикладных программ PHEN 3.0.

II. Содержание курса

1. Разделы курса «Феногенетический анализ популяций», темы, их краткое содержание

Тема 1. «Феногенетическая изменчивость как предмет исследований фенетики»

Цель: Раскрыть сущность явления феногенетической изменчивости и обосновать предмет исследования фенетики.

Сущность феногенетической изменчивости, история изучения и примеры. Две компоненты феногенетической изменчивости: эпигенетическая и реализационная изменчивость. Правило «независимой реализации антимеров» Б.Л. Астаурова, основанное на реализационной изменчивости.

Тема 2. «Предыстория феногенетики и фенетики».

Цель: Дать обзор предыстории появления феногенетики и фенетики, проанализировать их популяционно-генетические истоки, охарактеризовать современные направления фенетических исследований.

Предыстория феногенетики и фенетики и их популяционно-генетические истоки.

Переоценка роли популяционной генетики в описании эволюционного процесса.

Особенности развития российской и английской ветвей фенетики.

Тема 3. «Современная фенетика и эпигенетика».

Цель: Изложить современные представления о фенетике, вскрыть фундаментальную природу междисциплинарных связей между фенетикой, феногенетикой, генетикой развития и эпигенетикой.

Современные представления о фенетике. Определение фенетики как науки и структура фенетических научных направлений. История появления эпигенетики как особого научного направления. Связь фенетики, генетики развития и эпигенетики.

Тема 4. «Молекулярные эпигенетические процессы. Часть 1».

Цель: Дать общее представление об открытиях, поколебавших «центральную догму молекулярной генетики», и переформулировать ее в современной редакции.

Структура и экспрессия гена, альтернативный сплайсинг, псевдогены и мобильные элементы генома, сайзеры и МГСУ, генные сети и их роль в эпигенетических процессах.

Тема 5. «Молекулярные эпигенетические процессы. Часть 2».

Цель: Дать современное представление о гомеобоксе и Нох-генах, их роли в процессах развития. Обсудить явление метилирования ДНК и системы эпигенетической наследственности (СЭН). Познакомить с концепциями С- и G-парадоксов, «хламовой ДНК». Обосновать регуляторную роль молекулярной эпигенетической системы (эпигенома) в обеспечении адаптивных реакций генома. Изложить концепцию морфогенетического поля.

Гомеобокс, метилирование и системы эпигенетической наследственности, С-парадокс, G-парадокс и роль «хламовой ДНК», концепция морфогенетического поля и эпигенетические процессы.

Тема 6. «Эпигенетические основы фенетики. Часть 1».

Цель: Изложить сущность концепции эпигенетического ландшафта К. Уоддингтона и понятия об адаптивной норме И.И. Шмальгаузена, направления их развития в эпигенетической теории эволюции М.А. Шишкина. Обосновать пороговую природу неметрических признаков.

От эпигенеза Аристотеля и К.Ф. Вольфа до эпигенетики К.Х. Уоддингтона. Эпигенетическая теория эволюции М.А. Шишкина и эпигенетическая концепция ограничений эволюционного процесса П. Олберча. Домены фенотипической изменчивости

сти и эпигенетические пороги развития. Пороговые неметрические признаки, фены и их композиции. Две фазы фенетического исследования.

Тема 7. «Эпигенетические основы фенетики. Часть 2».

Цель: Изложить авторскую концепцию эпигенетического ландшафта популяции и ввести понятия "популяционного онтогенеза" и реализационной изменчивости. Обсудить современные представления о соотношении роли «мутаций» и «модификаций» в эволюционных преобразованиях.

Популяционный онтогенез и концепция эпигенетического ландшафта популяции. Соотношение эпигенетической и реализационной изменчивости. Проблема связи ген – признак и рекурсивная программа онтогенеза. Соотношение понятий «изменчивость» и «биоразнообразие». Популяционная эпигенетика и соотношение роли «мутаций» и «модификаций» в эволюционных преобразованиях адаптивной нормы.

Тема 8. «Методы популяционной феногенетики».

Цель: Ознакомить слушателей с методами феногенетического анализа и дать общий обзор программ обработки фенетических данных.

Поиск фенов и техника классификации объектов сравнения. Процедура классификации. Подсчет частот фенов и первичная выбраковка признаков.

Расчет фенетических MMD-дистанций и оценка уровня эпигенетической дифференциации популяций.

Тема 9. «Статистические методы и программное обеспечение фенетических исследований».

Цель: Знакомство с возможностями пакетов программ PHEN 3.0. и PAST 1.73. Излагаются основы многомерного статистического анализа фенетических данных: метод главных компонент, факторный, дискриминантный и кластерный анализ. Метод Ментеля при сравнении матриц MMD- и географических дистанций. Метод главных компонент и многомерная ординация индивидуальных композиций фенов. Дискриминантный анализ главных компонент индивидуальных композиций фенов (процедура фенотипирования). Пакет прикладных программ PHEN 3.0 и его возможности.

Тема 10. «Флуктуирующая асимметрия и эпигенетическая система популяции».

Цель: Дать представление о флуктуирующей асимметрии и ее использовании для характеристики стабильности индивидуального развития. Обсудить другие показатели оценки онтогенетической нестабильности.

Явление флуктуирующей асимметрии билатеральных морфологических признаков и оценка дестабилизации индивидуального развития. Феногенетическая изменчивость пороговых неметрических признаков на примере позвоночных и беспозвоночных животных. Типы асимметрий (флуктуирующая, направленная, антисимметрия). Фенодевианты как проявления феногенетической изменчивости.

Тема 11. «Флуктуирующая асимметрия как инструмент биомониторинга».

Цель: Обсудить достоинства и недостатки различных показателей ФА, привести конкретные примеры использования оценок ФА для целей биомониторинга. Флуктуирующая асимметрия (ФА) как инструмент для эпигенетического измерения средового и геномного стресса в ходе индивидуального развития. Методы количественной оценки ФА и требования, предъявляемые, по Р. Палмеру, к известным индексам ФА. Формула свертки, примененная Д.Б. Гелашвили для оценки ФА. Примеры использования оценок ФА для целей биомониторинга.

Тема 12. «Фенетический анализ внутривидовой дифференциации и популяционной структуры»

Цель: На конкретных примерах продемонстрировать эффективность фенетического анализа для изучения популяционной структуре вида и процесса диверсификации популяций в пределах ареала.

Фенетический анализ популяционной структуры вида. Иерархия внутривидовых групп от демов до дифференцированных подвидов: количественные оценки. Хроно-географический аспект фенетического сравнения популяций. Методики оценки устойчивости популяционной структуры вида во времени и пространстве.

Тема 13. «Роль популяционной феногенетики и фенетики в решении проблем популяционной экологии»

Цель: Обосновать возможности популяционной феногенетики и фенетики в выявлении внутривидовых структурно-функциональных групп – биотипов, проиллюстрировать конкретными примерами.

Биотип Иоганнсена как альтернативный путь развития, исторически сформированный в популяции и обеспечивающий ей возможность адаптивного маневра при изменении условий среды. Структурно-функциональные группы (биотипы), обеспечивающие устойчивость популяции как экологической надорганизменной системы. Примеры биотипов. Эпигенетические различия между окрасочными морфами слепушонки. Фенетическое сравнение мигрирующих и оседлых особей в популяции. Феномен избирательного отлова ушастой совы обыкновенных полевых с определенными композициями фонов

Тема 14. «Эпигенетические перестройки популяций как вероятный механизм наступления биоценотического кризиса».

Цель: Обсудить эпигенетические механизмы возможных быстрых преобразований популяций фоновых видов, являющихся основными компонентами сообществ, под влиянием их антропогенной трансформации, привести примеры.

Концепция «глобальных биоценотических кризисов» В.В. Жерихина. Системная роль биоценозов в сдерживании быстрых эволюционных изменений биоты. Инадаптивные и эвадаптивные пути эволюционных изменений. Примеры быстрых эпигенетических перестроек популяций животных при техногенной трансформации природных ландшафтов. Эпигенетические перестройки популяций как вероятный механизм наступления биоценотического кризиса при техногенном разрушении ценотических связей.

Тема 15. «Изучение эволюционно-экологических механизмов формообразования методами популяционной феногенетики».

Цель: Обсудить эколого-генетические механизмы действия изоляции расстоянием и связь внутривидовой дифференциации с вагильностью вида. Ввести индекс популяционной дифференцированности (*IPD*).

Изоляция расстоянием и дифференциация популяций. Внутривидовая дифференциация в экологическом ряду видов, ранжированных по степени вагильности: от слепушонки до человека. Параллелизм внутривидовой эпигенетической изменчивости гомологичных морфологических структур (фенетических композиций) у разных видов с одинаковой экологической специализацией. Викарианс внутривидовых форм и близких таксонов, выявленный фенетическими методами.

Тема 16. «Биомониторинг популяций и экосистем на основе феногенетических методов»

Цель: Сформулировать основные принципы феногенетического мониторинга, продемонстрировать его эффективность на конкретных примерах.

Требования к биомониторингу популяций и экосистем. Феногенетический мониторинг как метод популяционного анализа процессов морфогенеза и выявления адаптивной нормы (в понимании И.И. Шмальгаузена). Новые методы индивидуальной и групповой оценки двух компонент дисперсий общей асимметрии: дисперсий флуктуирующей и направленной асимметрии для качественных и количественных признаков. Феногенетический мониторинг в зонах техногенного загрязнения среды, включая территории с повышенным уровнем содержания радионуклидов.

2. *Темы лабораторных занятий.*

Предусмотрено проведение двух практических лабораторных занятий, при которых учащиеся освоят методы поиска, гомологизации и классификации фенотипов и получат навыки работы с оригинальным авторским пакетом прикладных программ PHEN 3.0, а также программой PAST 1.73 при проведении фенетического анализа неметрических признаков.

Тема 1. «Методика поиска фенотипов неметрических признаков, их гомологизации и классификации».

Цель: Научить технологии поиска фенотипов, осуществления процедур гомологизации и классификации на примере нескольких видов грызунов (полевки, мыши) и насекомых (жуки, бабочки).

Тема 2. «Фенетический анализ неметрических признаков в контрольной и импактной популяциях: алгоритм действий»

Цель: Провести тренинг обучаемых в получении навыков практического проведения фенетического анализа на примере грызунов

3. *Перечень примерных контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы в рамках инновационного курса «Феногенетическая изменчивость и методы ее изучения» (база данных включает 120 вопросов):*

1. Предмет изучения феногенетики как науки.
2. Кто является автором термина «феногенетика»?
3. Кем введено понятие "феногенетическая изменчивость"?
4. Какие аспекты развития морфоструктур отражает феногенетическая изменчивость? Приведите примеры.
5. В чем заключается правило «независимой реализации антимеров» Астаурова?
6. Приведите формулу для расчета вероятности симметричного проявления фена для билатериального неметрического признака, исходя из правила Астаурова.
7. Изложите историю возникновения разногласий между генетиками и эмбриологами в 30-х годах XX в. при становлении концепций «гена» и «морфогенетического поля».
8. В чем заключались основные различия в отношении московской и американской научных школ популяционной генетики к проблеме «морфогенетического поля»?
9. Назовите три основных направления популяционной биологии, которые наиболее тесно связаны с современной фенетикой.
10. Что такое нумерическая таксономия?
11. Какова связь между нумерической таксономией и фенетикой?
12. Сформулируйте сущность метода морфофизиологических индикаторов.
13. В чем заключается сходство между английской и российской ветвями фенетики?
14. Каковы различия между английской и российской ветвями фенетики?
15. В чем заключаются особенности современного, эпигенетического этапа развития фенетики?
16. Каково современное представление о гене?
17. Что входит в структуру гена эукариот?
18. В чем состоит роль альтернативного сплайсинга, прионизации белков, а также явления обратной транскрипции, осуществляемой ретровирусами, ретротранспозонами и ретрогенами в пересмотре центральной догмы молекулярной генетики?
19. Перечислите наиболее известные типы мобильных элементов генома.
20. Какова роль мобильных элементов генома в эпигенетических процессах?
21. Опишите механизмы метилирования ДНК и роль метилирования в системах эпигенетической наследственности (СЭН).
22. Что такое системы эпигенетической наследственности (СЭН)?
23. В чем заключается С-парадокс?
24. Что такое G-парадокс?

25. Каковы современные гипотезы о роли «хламовой ДНК»?
26. Что такое «эпиаллели»?
27. Какую роль выполняют энхансеры?
28. Назовите основную функцию промоторов эукариотических генов ДНК
29. Что такое транскрипционная единица?
30. Что собой представляют нуклеотидные последовательности, названные мотивами?
31. Что такое антимеры (антимерные структуры)?
32. Что собой представляет метамерия? Приведите примеры метамеров.
33. Что такое гомеобокс?
34. Какова роль гомеобокса в процессе развития?
35. В чем заключается сущность обратной транскрипции?
36. Каковы различия между ретротранспозонами и ретропозонами?
37. Определите что такое «сайзер»?
38. Что собой представляют спейсеры?
39. Какова функция сплайсеосомы?
40. Можно ли говорить о линейной и однозначной связи между генотипом и фенотипом?
41. Приведите аргументы, доказывающие нелинейность отношений между геномом и фенотипом.
42. Сформулируйте сущность понятия «эпигенотип»
43. Что такое «креод» и «субкреод»?
44. Что собой представляет «эпигенетический ландшафт» по К.Х. Уоддингтону?
45. Сформулируйте сущность явления «гомеореза».
46. Что собой представляет механизм «генетической ассимиляции признака» К.Х. Уоддингтона?
48. Сравните представления о канализации развития и креоде К.Х. Уоддингтона с представлениями И.И. Шмальгаузена об автономизации развития, адаптивной норме и стабилизирующем отборе.
49. В чем заключается сходство положений эпигенетической теории эволюции М.А. Шишкина и концепции развитийных ограничений эволюции П. Олберча?
50. Какова связь теоретических представлений М.А. Шишкина и П. Олберча с идеями К.Х. Уоддингтона и И.И. Шмальгаузена?
51. Каков механизм эволюционных перестроек развития с позиций «эпигенетической теории эволюции» М.А. Шишкина?
52. Сформулируйте сущность концепции «эпигенетического ландшафта популяции»
53. Приведите определения понятия «фен» с позиций популяционной генетики
54. Приведите определения понятия «фен» с позиций концепции «эпигенетического ландшафта популяции»
55. Приведите примеры пороговых неметрических признаков – фенов.
56. Почему по различиям частот встречаемости фенов можно судить об уровне эпигенетических различий между популяциями?
60. Что собой представляет эпигенетическая компонента фенотипической изменчивости?
61. Что такое реализационная изменчивость?
62. Приведите аргументы, свидетельствующие об отсутствии жесткой детерминации фенотипа генотипом и нелинейности связей генома и фенотипа.
63. Охарактеризуйте роль «мутаций» и «модификаций» в эволюционных преобразованиях адаптивной нормы с эпигенетических позиций.
64. Как соотносятся понятия «изменчивость» и «биоразнообразие»?
65. Дайте определение понятия «изменчивость», исходя из концепции «эпигенетического ландшафта популяции».

66. Перечислите основные принципы поиска фенов и их операционального отбора.
67. Приведите варианты формул для расчета фенетических MMD-дистанций.
68. Приведите экспериментальные доказательства устойчивости эпигенетической системы (на примере фенетического анализа линейных мышечных и лабораторных колоний полевок).
69. Каковы механизмы изоляции расстоянием и ее роль в дифференциации популяций?
70. Приведите примеры успешного применения фенетического анализа для выявления популяционной структуры видов и внутривидовых структурно-функциональных группировок (биотипов).
71. Что собой представляет биотип с точки зрения популяционной эпигенетики?
72. Приведите примеры биотипов.
73. Как влияет подвижность (вагильность) животных на степень внутривидовой дифференциации?
74. Что такое флуктуирующая асимметрия (ФА) в случаях метрических и неметрических пороговых признаков?
75. Какова роль флуктуирующей асимметрии в оценке стабильности развития организмов?
76. Какие из известных индексов ФА наиболее предпочтительны для целей биомониторинга?
77. Приведите примеры ускорения микроэволюционных преобразований популяций животных, растений и микроорганизмов в антропогенной среде.
78. Что такое микроэволюция с точки зрения популяционной эпигенетики?
79. Сформулируйте цели и принципы проведения феногенетического биомониторинга популяций и экосистем.
80. Что такое абберративная изменчивость?
81. В чем состоят различия в понятиях «адаптация» и «акклиматизация»?
82. Что собой представляет явление альтернативного сплайсинга?
83. Что такое сплайсинг транскриптома?
84. Почему важно изучать внутрииндивидуальную изменчивость на групповом (популяционном) уровне?
85. Какова роль генных сетей в морфогенезе?
86. Чем отличаются генокопии от фенокопий?
87. Что собой представляет гетерогенная ядерная РНК?
88. Определите сущность термина «гомология».
89. Что такое дискретные признаки?
90. Определите понятие «морфотип».
91. Какова функция интронов и экзонов в ДНК?
92. Что собой представляют меристические признаки и чем они отличаются от метрических и альтернативных?
93. Какова роль мобильных элементов в эпигенетических процессах?
94. Что собой представляет «морфоз»?
95. Сформулируйте в чем заключаются различия между флуктуирующей асимметрией и направленной асимметрией?
96. Приведите примеры неметрических признаков.
97. Что такое «норма реакции» и как это понятие соотносится с термином «модификация»?
98. Чем различаются понятия пенетрантность и экспрессивность?
99. Что такое прионы и прионизация белка?
100. Что такое ремоделинг хроматина?
101. Сформулируйте сущность концепции «популяционного онтогенеза».
102. Что такое фенотипы? Приведите примеры.

103. Как варьируют пороговые неметрические признаки?
104. Сформулируйте сущность правила «родственных отклонений» Н.П. Кренке
105. Какова роль транс-сплайсинга в формировании транскриптома?
106. Дайте определение фенетики как научного направления.
107. Что собой представляет фенотипическая пластичность?
108. Чем хронографическая изменчивость отличается от хронологических изменений?
109. В чем состоит центральная догма молекулярной генетики?
110. Что собой представляет явление эквивинальности развития по Г. Дришу?
111. Определите различия между преформацией и эпигенезом?
112. В чем состоит предмет эпигенетики как особой ветви биологии?
113. Кто является автором термина «эпигенетика»?
114. Определите понятие «эпигенетическая изменчивость».
115. Что такое эпигенетическая система?
116. В чем заключаются основные различия между синтетической теорией эволюции (СТЭ) и эпигенетической теорией эволюции (ЭТЭ)?
117. Какова роль фенетики в решении проблем популяционной экологии?
118. Почему можно предполагать, что эпигенетические перестройки популяций могут быть одним из механизмов наступления глобального биоценотического кризиса?
119. Перечислите наиболее известные методы популяционной феногенетики?
120. В чем заключается экосистемный подход при проведении феногенетического биомониторинга?

4. Примерная тематика рефератов

1. «Феногенетическая изменчивость и способы ее изучения»
2. «История фенетики и феногенетики»
3. «Флуктуирующая асимметрия и методы оценки стабильности развития»
4. «Противоречия между синтетической теорией эволюции (СТЭ) и эпигенетической теорией эволюции (ЭТЭ)»
5. «Молекулярные эпигенетические процессы»
6. «Методы популяционной феногенетики»
7. «Соотношение понятий «изменчивость» и «биоразнообразие»
8. «Связь между геном и признаком»
9. «Роль фенетики и в решении проблем экологии»
10. «Феногенетический мониторинг популяций и экосистем»

5. Примерный перечень вопросов к зачету

1. Предмет изучения феногенетики как науки. Кто является автором термина «феногенетика»?
2. «Феногенетическая изменчивость». Кем введено понятие? Приведите примеры.
3. В чем заключается правило «независимой реализации антимеров» Астаурова?
4. Изложите историю возникновения разногласий между генетиками и эмбриологами в 30-х годах XX в. при становлении концепций «гена» и «морфогенетического поля».
5. Определите три основных направления популяционной биологии, которые наиболее тесно связаны с современной фенетикой. Какова связь между нумерической таксономией и фенетикой популяций? В чем заключается сходство между английской и российской ветвями фенетики?
6. Каковы различия между английской и российской ветвями фенетики? В чем заключаются особенности современного, эпигенетического этапа развития фенетики?
7. В чем состоит роль альтернативного сплайсинга, прионизации белков, а также явления обратной транскрипции, осуществляемой ретровирусами, ретротранспозонами и ретрогенами в пересмотре центральной догмы молекулярной генетики?

8. Структура и экспрессия гена эукариот. Что такое транскрипционная единица?
9. Перечислите наиболее известные типы мобильных элементов генома. Роль мобильных элементов генома в эпигенетических процессах.
10. Опишите механизмы метилирования ДНК и роль метилирования в системах эпигенетической наследственности (СЭН).
11. Системы эпигенетической наследственности (СЭН).
12. В чем заключается С- и G-парадокс? Современные гипотезы о роли «хламовой ДНК».
13. Роль гомеобокса в процессе развития.
14. Приведите аргументы, доказывающие нелинейность отношений между геномом и фенотипом.
15. Сформулируйте сущность понятий «эпигенотип» и «креод» по К.Х. Уоддингтону. Что такое эпигенетическая система?
16. «Эпигенетический ландшафт» по К.Х. Уоддингтону. Сформулируйте сущность явления «гомеорежа».
17. Механизм «генетической ассимиляции признака» К.Х. Уоддингтона
18. Связь теоретических представлений М.А. Шишкина и П. Олберча с идеями К.Х. Уоддингтона и И.И. Шмальгаузена.
19. Механизм эволюционных перестроек развития с позиций «эпигенетической теории эволюции» М.А. Шишкина
20. Сформулируйте сущность концепции «эпигенетического ландшафта популяции»
21. Приведите определения понятия «фен» с позиций популяционной генетики и на основе концепции «эпигенетического ландшафта популяции»
22. Фен как устойчивое состояние порогового признака. Приведите примеры пороговых неметрических признаков – фенов.
23. Эпигенетическая и реализационная компоненты фенотипической изменчивости.
24. Охарактеризуйте роль «мутаций» и «модификаций» в эволюционных преобразованиях адаптивной нормы с эпигенетических позиций.
25. Как соотносятся понятия «изменчивость» и «биоразнообразие»?
26. Перечислите основные принципы поиска фенов и их операционального отбора.
27. Методы оценки фенетических дистанций.
28. Каковы механизмы изоляции расстоянием и ее роль в дифференциации популяций?
29. Биотип В. Иоганнсена с точки зрения популяционной эпигенетики. Приведите примеры биотипов.
30. Связь подвижности животных и степени внутривидовой дифференциации.
31. Флуктуирующая асимметрия (ФА) и оценка стабильности развития организмов.
32. Сформулируйте цели и принципы проведения фенотипического биомониторинга популяций и экосистем.
33. Генокопии и фенотипы. Что такое фенотипы? Приведите примеры.
34. Метрические, меристические и альтернативные признаки.
35. Различия между флуктуирующей асимметрией и направленной асимметрией.
36. Почему по различиям частот встречаемости фенов можно судить об уровне эпигенетических различий между популяциями?
37. Роль фенетики в решении проблем популяционной и эволюционной экологии.
38. Почему можно предполагать, что эпигенетические перестройки популяций могут быть одним из механизмов наступления глобального биотического кризиса?
39. Перечислите наиболее известные методы популяционной фенотипики?
40. В чем заключается экосистемный подход при проведении фенотипического биомониторинга?

III. Распределение часов курса по темам и видам работ

№ п/п	Наименование разделов и тем	ВСЕГО (часов)	Аудиторные занятия (час)		Самостоя- тельная ра- бота
			в том числе		
			Лек- ции	Практические (семинары, лабо- раторные работы)	
1	Феногенетическая изменчи- вость как предмет исследо- ваний фенетики	2	2		
2	Предыстория феногенетики и фенетики	2	2		
3	Современная фенетика и эпигенетика	2	2		
4	Молекулярные эпигенетиче- ские процессы	4	4		
5	Эпигенетические основы фенетики	4	4		
6	Методы популяционной фе- ногенетики	4	2	2	
7	Статистические методы и программное обеспечение фенетических исследований	4	2	2	
8	Флуктуирующая асимметрия и эпигенетическая система популяции	2	2		
9	Флуктуирующая асимметрия как инструмент биомонито- ринга	2	2		
10	Фенетический анализ внут- ривидовой дифференциации и популяционной структуры	2	2		
11	Роль популяционной фено- генетики и фенетики в реше- нии проблем популяционной экологии	2	2		
12	Эпигенетические перестрой- ки популяций как вероятный механизм наступления био- ценотического кризиса	2	2		
13	Изучение эволюционно- экологических механизмов формообразования методами популяционной феногенети- ки	2	2		
14	Биомониторинг популяций и экосистем на основе феноге- нетических методов	2	2		
	ИТОГО:	36	32	4	

IV. Форма итогового контроля

Проведение зачета (перечень из 40 экзаменационных вопросов приведен в разделе II.5), написание реферата (перечень из 10 тем рефератов приведен в разделе II.4).

V. Учебно-методическое обеспечение курса

1. Рекомендуемая литература (основная)

- Астауров Б.Л.* Наследственность и развитие. М.: Наука, 1974. 359 с.
- Васильев А.Г., Васильева И.А., Большаков В.Н.* Эволюционно-экологический анализ устойчивости популяционной структуры вида (хроно-географический подход). Екатеринбург: Изд-во "Екатеринбург", 2000 а. 132 с.
- Васильев А.Г.* Эпигенетические основы фенетики: на пути к популяционной мерономии. Екатеринбург: Изд-во «Академкнига». 2005. 640 с.
- Животовский Л.А.* Популяционная биометрия. М.: Наука, 1991. 271 с.
- Захаров В.М.* Асимметрия животных (популяционно-феногенетический подход). М.: Наука, 1987. 213 с.
- Тимофеев-Ресовский Н.В., Яблоков А.В., Глотов Н.В.* Очерк учения о популяции. М.: Наука, 1973. 278 с.
- Шварц С.С.* Экологические закономерности эволюции. М.: Наука, 1980. 277 с.
- Шишкин М.А.* Эволюция как эпигенетический процесс // Современная палеонтология. Т. 2. Ч. 7. Общие закономерности эволюции органического мира. М.: Недра. 1988. С. 142-168.
- Яблоков А.В.* Популяционная биология: Учеб. пос. для биол. спец. вузов. М.: Высш. школа, 1987. 303 с.
- Яблоков А.В., Ларина Н.И.* Введение в фенетику популяций. М.: Высш. школа, 1985. 160 с.

2. Рекомендуемая литература (дополнительная)

- Гродницкий Д.Л. Две теории биологической эволюции. 2-е изд. Саратов: Изд-во "Научная книга". 2001. 160 с.
- Захаров В.М., Кларк Д.М. Биотест. Интегральная оценка здоровья экосистем и отдельных видов. М.: Московское отд. Международного фонда "Биотест", 1993. 68 с.
- Корона В.В., Васильев А.Г. Строение и изменчивость листьев растений: Основы модульной теории. Екатеринбург: Изд-во "Екатеринбург", 2000. 224 с.
- Кренке Н.П. Феногенетическая изменчивость. Тр. Биол. ин-та им. К.А. Тимирязева. М., 1933-1935. Т. 1. 860 с.
- Новожинов Ю.И. Полиморфизм и непрерывная изменчивость в популяциях насекомых // Журн. общ. биол. 1980. Т. 41. № 5. С. 668-679.
- Тимофеев-Ресовский Н.В., Воронцов Н.Н., Яблоков А.В. Краткий очерк теории эволюции. М.: Наука, 1977. 297 с.
- Тимофеев-Ресовский Н.В., Иванов В.И. Некоторые вопросы феногенетики // Актуальные вопросы современной генетики. М.: Изд-во МГУ, 1966. С. 114-130.
- Тимофеев-Ресовский Н.В., Яблоков А.В. Фены, фенотипы и эволюционная биология // Природа. 1973. № 5. С. 40-51.
- Уоддингтон К.Х. Основные биологические концепции // На пути к теоретической биологии. М.: Мир, 1970. С. 108-115.
- Чайковский Ю.В. Наука о развитии жизни. Опыт теории эволюции. М.: Т-во научных изданий КМК. 2006. 712 с.
- Шмальгаузен И.И. Пути и закономерности эволюционного процесса. М.: Наука, 1983. 360 с.
- Яблоков А.В. Изменчивость млекопитающих. М.: Наука, 1966. 364 с.
- Яблоков А.В. Фенетика. Эволюция, популяция, признак. М.: Наука, 1980. 135 с.

3. Перечень мультимедийных ресурсов и компьютерных программ.

Структура мультимедийного электронного ресурса предусматривает наличие следующих компонентов:

- Программа дисциплины
- Информация об авторах курса
- Путеводитель для студентов
- Видеопрелюдия
- Методические указания к изучению дисциплины
- Электронное учебное пособие
- Список рекомендованной литературы
- Путеводитель по пакету прикладных программ PHEN 3.0
- Глоссарий
- Тесты самоконтроля
- Вопросы для итогового контроля знаний в виде зачета
- Рекомендуемые темы для реферата
- Руководство к лабораторным и практическим занятиям
- Иллюстрированный атлас фенотипов.
- Путеводитель по пакету прикладных программ PHEN 3.0
- Архивированные компьютерные программы PHEN 3.0 и PAST 1.73.

VI. Ресурсное обеспечение

1. Лабораторное помещение для проведения практических занятий.
2. Приборная база, лабораторное оборудование - микроскопы МБС-10, цифровой фотоаппарат Nikon CoolPix 4500, ноутбук, компьютерные программы PHEN 3.0 и PAST 1.73.
3. Натурные объекты, коллекции: коллекционные серии черепов грызунов из научного музея лаборатории экологических основ изменчивости и биоразнообразия животных ИЭРиЖ УрО РАН и гербарии листьев березы повислой (сборы учащихся).
4. База данных по каталогам фенотипов и их оцифрованным изображениям на сайте <http://ecoinf.uran.ru/phen/>
5. Компьютерный класс для обучения процедуре многомерного статистического анализа и ординации фенотипов и их композиций.